

心室中隔穿孔の手術：David-Komeda 法を中心に

上野 正裕, 坂田 隆造

Ueno M, Sakata R: **Surgical repair of postinfarction ventricular septal defect.** J Jpn Coron Assoc 2007; 13: 251-255

I. はじめに

心室中隔穿孔(ventricular septal perforation; VSP)は、左室自由壁破裂、僧帽弁乳頭筋断裂とともに、急性心筋梗塞(acute myocardial infarction; AMI)の急性期に生じる、重篤な機械的合併症である。AMIの約2%に合併し、梗塞発症から約2~3日後に多く発症するとされるが¹⁾、近年の血栓溶解療法の発達で、発症時期は早まる傾向にある²⁾。血行動態の急激な悪化に伴い、本症の自然予後は極めて不良であり、1カ月以上の生存は20%以下である^{1,2)}。したがって、早期の外科治療は必須であり、その適応はわが国のガイドラインにおいてもクラスI、レベルCのエビデンスを有する³⁾。

II. 手術までに

心筋梗塞後、心不全症状が急激に進行した場合、本症を念頭に置いて注意深く聴診するべきである。続いて、bed side で心エコーを施行する。Color Doppler 法でのVSPの部位、大きさの同定やshunt率の算出は、手術適応や到達法などを決定するうえで重要である。また、Swan-Ganzカテーテルによる右室レベルでの酸素飽和度のステップアップを確認し、心拍出量とshunt率を測定する。

Shunt量が少量で、慢性期での手術を可能とする例がまれに存在するが、本症では心筋梗塞により左室収縮力そのものも低下しており、心原性ショックに移行し、症状が進行性に悪化する可能性も否定できない。したがって重症例のみならず、これらの症例においてもIABPを挿入し、systolic unloadingによる後負荷軽減、shunt量減少と、diastolic augmentationでの冠血流量維持により、血行動態の安定化を図ることは有用である。しかしながら、IABPの効果のピークは24時間との報告もあり、いたずらにIABP留置を長期化することなく、心拍出量低下、肺高血圧の進行、腎機能低下などの徴候が出現する前に、速やかに手術に踏み切るべきである^{4,5)}。

VSPでは、その半数に冠動脈多枝病変を伴っており、血行動態が安定している限り、責任病変の同定、他病変の確認のために、極力冠動脈造影を施行する^{2,5,6)}。より良い長期成績を得るためにも、体外循環時間等を考慮しながら冠血行再建術を併施すべきである⁷⁾。

III. 手術

1957年にCooleyらがVSP初手術例を報告して以来、手術が本症治療手段として確立された⁸⁾。ただし、梗塞心筋を扱うという性格上、出血と遺残短絡軽減のために、種々の術式の変遷を経て今日に至っている。そのなかでDaggettらの功績は大きく、またDavid-Komeda法の開発は画期的であった⁹⁻¹¹⁾。

1. Daggett 法

Daggettらは1970年代当初、前壁中隔梗塞症例で、VSPが心尖部に局限している場合、心尖部をVSPも含めて右室、左室自由壁とともに切除し、残った中隔と自由壁を一括して閉鎖するapical amputation法を、また、それ以外の高位のVSPには穿孔部を右室自由壁に逢着、左室切開線は直接縫合する術式をとった(図1, 2)⁹⁾。しかしながら、これらの術式では脆弱な心筋に直接糸をかける危険性や、遺残短絡の発生、さらには左室容量の減少によるLOSの可能性をもたらした。そこで彼らは、Ibenらのdouble patch repairを応用した術式を示した(図3)^{9,12)}。そのコンセプトは、1)梗塞部切開からのVSPへのアプローチ、2)パッチによる中隔の形成、である。本術式は前二者と異なり、縫合線は非梗塞部心筋であり、パッチの大きさを調節することで梗塞部への張力を分散でき、また左室容量の確保等の利点を有する。一方、手術手技がやや煩雑で時間を要する、左室切開線に直接左室圧がかかり出血しやすい等の問題もあるが、今日まで広く用いられている。

2. David-Komeda 法

VSP直接閉鎖や、Daggett法等の直接穿孔部の閉鎖をはかる術式では、中隔組織の脆弱さゆえ、遺残短絡を高頻度に合併した。そこでDavid, Komedaらは、直接穿孔部に侵襲を加えることなく、健常部心筋のみに心膜パッチを縫着し穿孔部をexcludeする新しいコンセプトを提示した

鹿児島大学大学院循環器・呼吸器・消化器疾患制御学(〒890-8520 鹿児島市桜ヶ丘8-35-1)

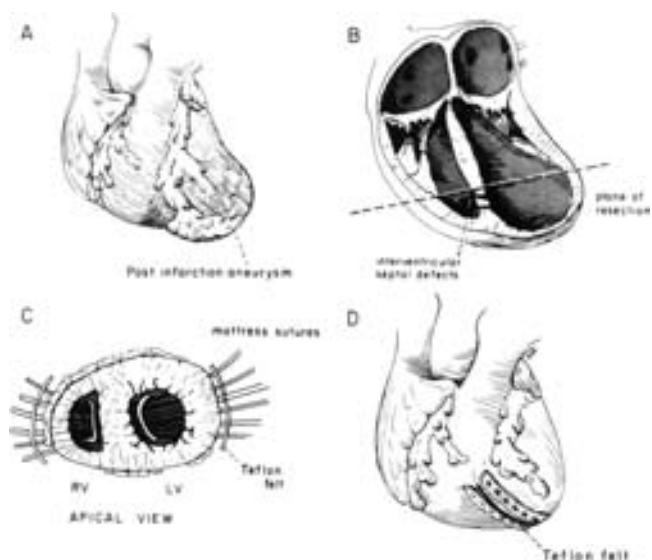


図1 Apical amputation
心尖部VSPが適応(文献9より引用)

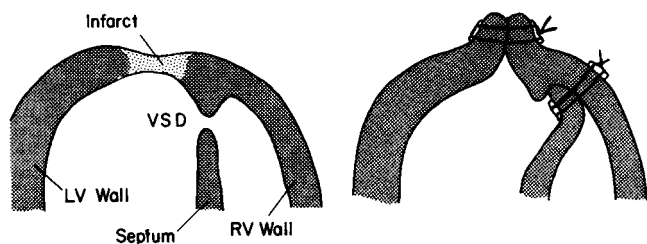


図2 心尖部以外のVSPへの手術法
VSPを右室自由壁に縫着する(文献9より引用)

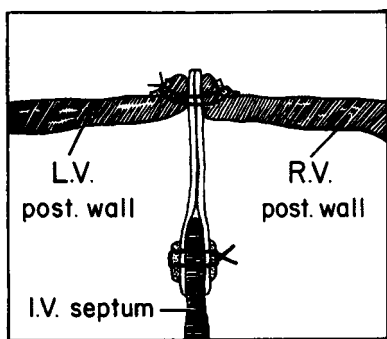


図3 Daggett法
2枚のパッチで中隔を形成する(文献9より引用)

(infarct exclusion法)(図4)^{10,11)}。本法では健常部に縫着したパッチにより、中隔穿孔部、左室切開線に左室圧がかからず、遺残短絡、出血が少ない。また、梗塞中隔、心尖部をexcludeすることで、遠隔期に起こる左室リモデリングの影響も回避できる。一方、特に急性期手術では健常部・梗塞部の見極めが難しく、縫合線次第では遺残短絡を生じ

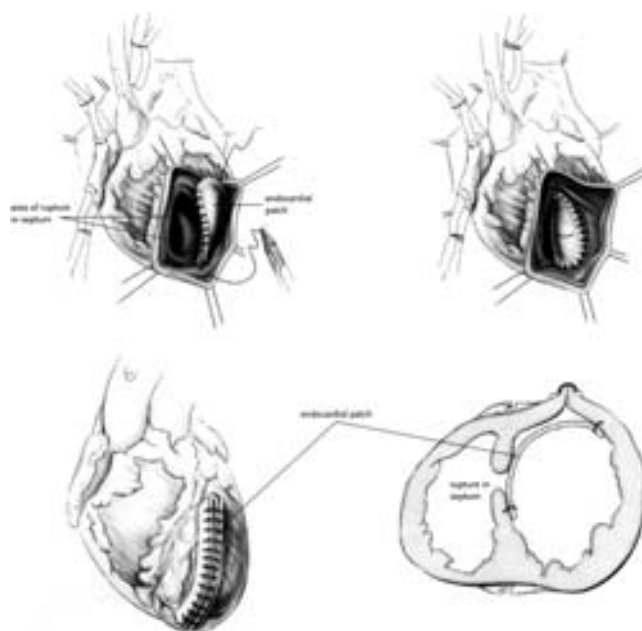


図4 David-Kameda法
健常部中隔と自由壁にパッチを当て梗塞部中隔をexclusionする(文献11より引用)

やすくなることが欠点である。当科では、前壁中隔、下壁梗塞にかかわらず本法を用いており、その手技を後述する。

3. その他の術式

Balkanayらは左室切開のみで左室、右室両側からVSPを閉鎖する術式を(図5)、またYamamotoらは左室切開でまずVSPに小パッチを縫着、次に大きなパッチを中隔、左室切開部に置き、パッチ間をGRFグルーで補強する術式を報告している^{13,14)}。いずれも基本は左室切開からVSPをパッチを用いて修復するという、Daggett法に準ずる。

近年、Amplatzerを用いてカテーテル的にVSPを閉鎖する術式が報告されている^{15,16)}。部位や大きさでその適応は制限されるが、急性期に使用し、組織の器質化を待つ慢性期の根治術に持ち込む、あるいは術後の遺残短絡に対しての適応等、VSP治療の新たな展開の可能性もある。

IV. David-Kameda法の手術手技

1. 前壁中隔梗塞

左室切開は左冠動脈前下行枝から2cm離し、それと平行に心尖部付近から開始する(図6)。通常大きな対角枝が側壁に走行することが多く、これを温存するように、また内腔も確認しながら心基部側へと切開を延長する。左室壁を左右に牽引し、内腔を観察する。前述したごとく、中隔の健常部・梗塞部の見極めは非常に重要で、梗塞部に縫合線を置くと遺残短絡が、健常部を取りすぎると左室容量の減少が危惧される。われわれは通常全周性のU字縫合を置くようにしている。少々手技は煩雑となるが、心膜パツ

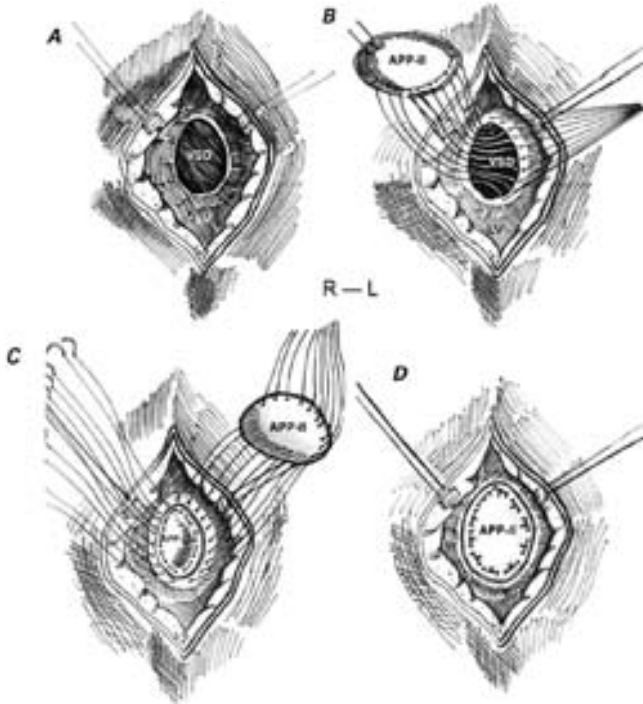


図5 Double patch repair.
左室切開のみで、右室・左室両者にパッチを当て VSP を閉鎖する(文献 13 より引用)



図6 左室切開
左前下行枝から 2 cm 離し、平行に切開する。

チの縫着は強固となり、万一遺残短絡が生じてもその範囲が最小限度ですむからである。また、かけた糸を軽く牽引することで、その部位の組織の強度もわかり、さらには次にかけるべき場所の同定や、パッチの大きさ、形状のトリミングも容易となる。

まず、心室中隔の基部寄りからフェルト付き 4-0 Prolene U字縫合を開始し、随時牽引しながら中隔を上げていく。自由壁に達する数針前で運針を中止し、逆に心尖部方向へと U 字縫合を追加する。この時点で心膜パッチに

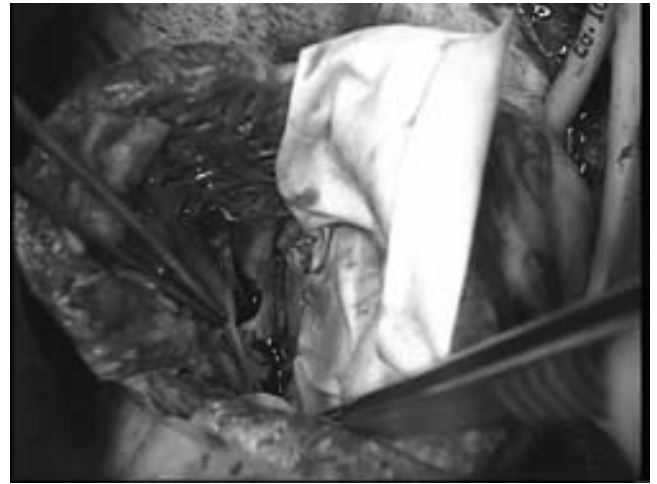


図7 中隔に心膜パッチを縫着したところ。パッチー後乳頭筋間の健常部にかけた糸のフェルトが見える。

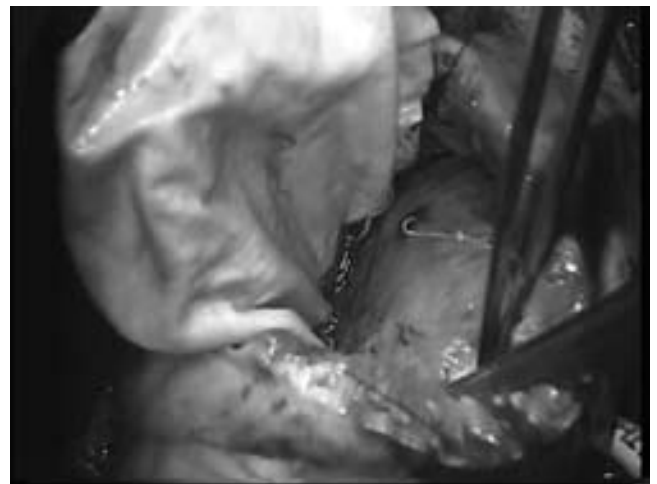


図8 中隔にパッチを縫着、反転したところ。摂子は VSP を指している。

糸をかけ、心室中隔に縫着する(図 7, 8)。中隔とパッチの接合が不安な部位には Z 縫合を追加すればよい。次に中隔側をさらに自由壁方向へ 1 針ずつ丁寧に、確実にパッチを心室壁の彎曲に沿うように縫着し、自由壁に達する。同様に心尖部でも自由壁に達するようにする。

残る自由壁側は、20 mm 幅の大きな帯状のフェルトを切開線に置き、心外膜側から貫壁性に 3-0 Nespolene U 字縫合をかける。この際、パッチ側を徐々に縫縮するようにすれば、最後の数針で余剰したパッチのトリミング範囲がはっきりし、最終的にはパッチが心尖部側にふっくらと突出する形となる(図 9)。通常 1 枚の心膜パッチで全周性の exclusion が可能であるが、施設によっては、あらかじめ作成した円錐状パッチの使用や、あるいは中隔側、自由壁側にそれぞれ 1 枚ずつ心膜パッチを縫着後、2 枚のパッチを円錐状に作成する等種々の工夫も見られる。いずれにせよ、でき上がったパッチの形状は問題でなく、心室中隔に

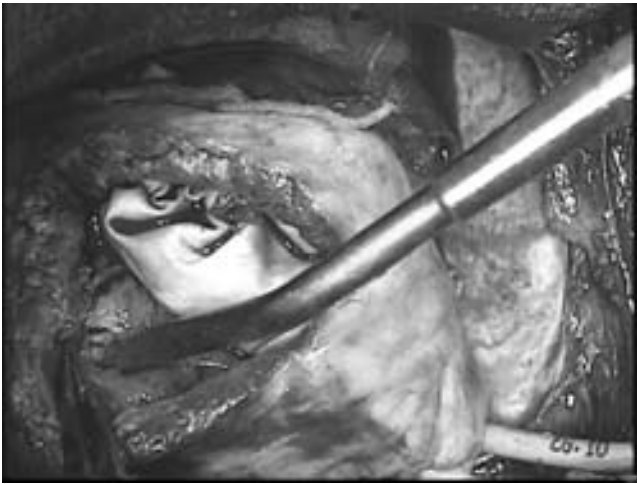


図9 全周性にパッチが縫着された時点
パッチは中隔側に突出し、左室容量の減少を防止する。吸引はVSPを指しており、梗塞部中隔は完全にexclusionされている。

いかにして確実な運針を置き、遺残短絡を回避するかが重要である。

切開した左室の閉鎖は、前下行枝側にも20mm幅の大きな帯状のフェルトを置き、先ほど使用した自由壁側のフェルトを利用しながら、4-0 Proleneのマットレス縫合で閉鎖し、さらに上下端から連続縫合を追加し補強する。左室切開線には高圧はかからないため、止血は容易である。

遺残短絡の防止のために、VSPに小パッチを置き、心膜パッチとの間にGRFグルーを注入、補強する報告等もあり、大変興味深い¹⁷⁾。

2. 下壁梗塞

コンセプト、手技は前壁中隔梗塞とほぼ同様であるが、VSPがより基部側に存在し、梗塞範囲が下壁側に広がっていることから、左室切開線と中隔での縫着ラインが異なってくる(図10)¹⁸⁾。

心尖部を頭側に挙上、心尖部を切開し、内腔を注意深く確認しながら後乳頭筋付着部が心室中隔と分離されるまで切開を進める。ここで、下壁梗塞の範囲を同定するわけであるが、思いのほか梗塞は僧帽弁輪に近いことが多い。そこで僧帽弁前尖弁輪に、左房から左室へと4-0 Prolene U字縫合を数本置き、それに続けて大動脈弁下の心室中隔に、膜様部中隔の下縁より1cm以上離れてU字縫合を追加していく。一方、僧帽弁輪から後乳頭筋にほぼ沿うような形で、乳頭筋付着部方向へもU字縫合を追加する。ここで心膜パッチを縫着する。あとは自由壁側となるため、貫壁性の運針が可能となるが、心室中隔側でexcludeする範囲が広く、縫合線がやや平面的となり、左室容量の減少が危惧されるため、パッチの大きさは余裕をもたせたほうが望ましい。

V. 手術成績

本症の手術成績は、David-Kameda法の導入で向上を見たが、未だ満足すべきものではなく、病院死が30~40%程度である^{1, 5, 6, 19)}。ここ数年、日本胸部外科学会によるAnnual Reportでも、急性期手術の病院死は30%前後で推移している²⁰⁻²²⁾。術前の血行動態が大きく関与するが、各施設での症例数自体も少なく、手術経験の蓄積、習熟効果の不足に起因するところも否定できない。

一般的に、本症の手術成績を規定する危険因子として、心原性ショック、発症・手術時期、右室梗塞の合併、等が挙げられる¹⁾。特にAMIによる左室機能が低下した状態では、血行動態は右室機能に依存しており、右室梗塞の合併はショック、多臓器不全の誘因となり、致命的な影響をもたらす²³⁾。

また、遺残短絡の有無も重要な因子であり、shunt量次第では、肺うっ血が持続し、長期IABP、人工呼吸管理を要することもある。Davidらは遺残短絡は44例中1例のみと非常に優れた成績を報告しているが、最近の文献でも

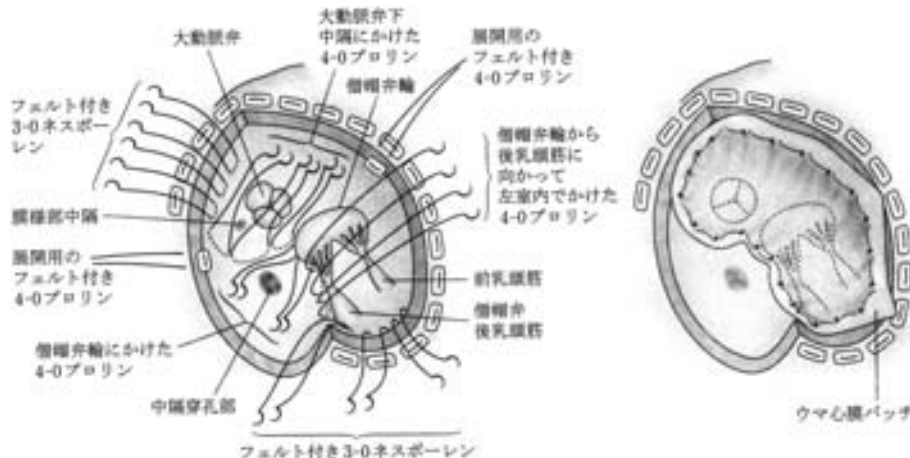


図10 下壁梗塞 VSP の閉鎖法
「坂田隆造：下壁心室中隔穿孔の閉鎖法，胸部外科 58(9), p. 772, 2005」より許諾を得て転載。

26~40%といまだ遺残短絡の発生率は高い^{5, 6, 11, 19)}。その予防には術中の中隔梗塞・健常部の見極めと、確実な運針以外方法はなく、万一遺残短絡を生じた場合は心不全症状が悪化する以前に躊躇なく再手術に踏み切るべきであろう。

VI. おわりに

VSPに対する外科手術は、多くの先達の鋭意の努力、研究により、徐々に成績は向上している。しかし、残念ながら未だ満足すべきものとはいえず、われわれ心臓外科医が克服すべき領域の一つともいえよう。成績向上には術前循環状態の安定化を図ることはもちろんであるが、手術時期の的確な判断と、遺残短絡を生じない正確な手術手技により、少ない症例に確実に対応することが肝要である。

文 献

- 1) Postinfarction ventricular septal defect. *in* Kirklin/Barratt-Boyes Cardiac Surgery, 3rd Ed, ed by Kouchoukos NT, Blackstone EH, Doty DB, Hanley FL, Karp RB, Elsevier Science, Philadelphia, 2003, 456-471
- 2) Crenshaw BS, Granger CB, Birnbaum Y, Pieper KS, Morris DC, Kleiman NS, Vahanian A, Califf RM, Topol EJ: Risk factors, angiographic patterns, and outcomes in patients with ventricular septal defect complicating acute myocardial infarction. *Circulation* 2000; **101**: 27-32
- 3) 丸山幸夫班長：心室中隔穿孔。急性心不全治療ガイドライン(2006年改訂版)日本循環器学会ホームページ <http://www.j-circ.or.jp/guideline/index.htm> 2006：43
- 4) Scanlon PJ, Montoya A, Johnson SA, McKeever LS, Sullivan HJ, Bakhos M, Pifarre R: Urgent surgery for ventricular septal rupture complicating acute myocardial infarction. *Circulation* 1985; **72**: II85-II90
- 5) Deja MA, Szostek J, Widenka K, Szafron B, Spyt TJ, Hickey MS, Sosnowski AW: Post infarction ventricular septal defect—can we do better? *Eur J Cardiothorac Surg* 2000; **18**: 194-201
- 6) Mantovani V, Mariscalco G, Leva C, Blanzola C, Sala A: Surgical repair of post-infarction ventricular septal defect: 19 years of experience. *Int J Cardiol* 2006; **108**: 202-206
- 7) Barker TA, Ramnarine IR, Woo EB, Grayson AD, Au J, Fabri BM, Bridgewater B, Grotte GJ: Repair of post-infarct ventricular septal defect with or without coronary artery bypass grafting in the northwest of England: a 5-year multi-institutional experience. *Eur J Cardiothorac Surg* 2003; **24**: 940-946
- 8) Cooley DA, Belmonte BA, Zeis LB, Schnur S: Surgical repair of ruptured interventricular septum following acute myocardial infarction. *Surgery* 1957; **41**: 930-937
- 9) Daggett WM, Guyton RA, Mundth ED, Buckley MJ, McEnany MT, Gold HK, Leinbach RC, Austen WG: Surgery for post-myocardial infarct ventricular septal defect. *Ann Surg* 1977; **186**: 260-270
- 10) Komeda M, Fremes SE, David TE: Surgical repair of post-infarction ventricular septal defect. *Circulation* 1990; **82**: IV243-IV247
- 11) David TE, Dalr L, Sun Z: Postinfarction ventricular septal rupture: repair by endocardial patch with infarct exclusion. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1995; **110**: 1315-1322
- 12) Iben AB, Pupello DF, Stinson EB, Shumway NE: Surgical treatment of postinfarction ventricular septal defects. *Ann Thorac Surg* 1969; **8**: 252-262
- 13) Balkanay M, Eren E, Keles C, Toker ME, Guler M: Double-patch repair of postinfarction ventricular septal defect. *Tex Heart Inst J* 2005; **32**: 43-46
- 14) Yamamoto N, Ohara K, Nie M, Torii S, Imai H, Yoshimura H: Double-patch closure using gelatin resorcine formol glue of a ventricular septal perforation following acute myocardial infarction. *Jpn J Thorac Cardiovasc Surg* 2002; **50**: 294-297
- 15) Lee EM, Roberts DH, Walsh KP: Transcatheter closure of a residual postmyocardial infarction ventricular septal defect with the Amplatzer septal occluder. *Heart* 1998; **80**: 522-524
- 16) Shah NR, Goldstein JA, Balzer DT, Lasala JM, Moazami N: Transcatheter repair of recurrent postinfarct ventricular septal defects. *Ann Thorac Surg* 2005; **80**: 1907-1909
- 17) Tanaka H, Hasegawa S, Sakamoto T, Sunamori M: Post-infarction ventricular septal perforation repair with endoventricular circular patch plasty using double patches and gelatin-resorcinol-formaldehyde biological glue. *Eur J Cardiothorac Surg* 2001; **19**: 945-948
- 18) 坂田隆造：下壁心室中隔穿孔の閉鎖法。胸外科 2005；**58**：772
- 19) Jeppsson A, Liden H, Johnsson P, Hartford M, Radegran K: Surgical repair of post infarction ventricular septal defects: a national experience. *Eur J Cardiothorac Surg* 2005; **27**: 216-221
- 20) Yada I, Wada H, Shinoda M, Yasuda K: Thoracic and cardiovascular surgery in Japan during 2001. Annual report by the Japanese association for thoracic surgery. *Jpn J Thorac Cardiovasc Surg* 2003; **51**: 699-716
- 21) Yada I, Wada H, Fujita H: Thoracic and cardiovascular surgery in Japan during 2002. Annual report by the Japanese association for thoracic surgery. *Jpn J Thorac Cardiovasc Surg* 2004; **52**: 491-508
- 22) Kazui T, Wada H, Shinoda M, Yasuda K: Thoracic and cardiovascular surgery in Japan during 2003. Annual report by the Japanese association for thoracic surgery. *Jpn J Thorac Cardiovasc Surg* 2005; **53**: 517-536
- 23) Fananapazir L, Bray CL, Dark JF, Moussalli H, Deiraniya AK, Lawson RAM: Right ventricular dysfunction and surgical outcome in postinfarction ventricular septal defect. *Eur Heart J* 1983; **4**: 155-167